

⑫ 公開特許公報(A) 平2-133926

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)5月23日

H 01 L 21/318

Z

6824-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑯ 特 願 昭63-289123

⑰ 出 願 昭63(1988)11月15日

⑱ 発 明 者 松 下 重 治 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

⑲ 出 願 人 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地

⑳ 代 理 人 弁理士 西野 卓嗣 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 半導体基板上^のシリコン窒化膜に先ずアルゴン等のイオン注入を施こし、その後このイオン注入を受けたシリコン窒化膜に対して水素プラズマ処理を施こすことを特徴とする半導体装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(イ) 産業上の利用分野

本発明は半導体装置の製造方法に関し、半導体基板上に該半導体基板を保護するために形成しているシリコン窒化膜の加工性を向上させることに関するものである。

(ロ) 従来の技術

GaAs等の化合物半導体素子でn型あるいはp型領域の形成にはイオン注入法がよく用いられる。イオン注入を行なった場合、注入不純物の活性化には高温熱処理が必要となり、この際母体結

晶からの構成原子の蒸発を防ぐため、保護膜をかぶせ熱処理する方法(キャップアニール)が主に用いられる。この熱処理用保護膜としては窒化ケイ素(SiN)や2酸化ケイ素(SiO₂)が一般的に使われている。近年、GaAs基板にシリコンイオンを注入したサンプルに対し、電子サイクロトロン共鳴(ECR)プラズマCVD法によるシリコン窒化膜(SiN膜)を保護膜として熱処理した場合、基板からのAs抜けが抑制され高い活性化が得られることが報告された。(松下等、秋季応物予稿集(1988)P.962参照)。

しかしながら、ECRプラズマCVDによるSiN膜は緻密ゆえに加工が難しく、また高温熱処理を施こすとさらに緻密になり、エッチレートの低下をまねき、フォトエッチング工程を一層困難にしている。(沢田等、真空第30巻第3号(1987)p19~25参照)この高温熱処理後のSiN膜のエッチレートの低下は通常のプラズマCVD法によるSiN膜でも起こっており、パターン寸法の微細化に伴い、SiN膜による

キャップアニール後のフォトエッチング工程で問題となってきた。

従来、SiN膜の加工性を高める手法としてはSiN膜にイオン注入を行ない、原子の衝突により物理的にSiNの結合力を弱めることによりエッチレートを高めることが報告されているが、エッチレートの促進は2倍程度にとどまっている。(A.H. van Onnen etc. J. Electrochem. Soc. (Oct. 1986) p2140~2147参照)

(ハ) 発明が解決しようとする課題

上述したようなエッチレートの低いSiN膜は、

① SiN膜の膜厚の面内バラツキを反映しやすく、例えばSiN膜の膜厚が厚い部分に合わせてRIE等のエッチング条件を決めると、薄い部分ではSiNがエッチングされた後、GaAs表面においてダメージをうける時間が長くなる。

② パターン形成時のレジスト等のマスク材とSiN膜のエッチング選択比が十分とれない。
等の問題点がある。

の方にかたより、Si-Hボンドの隣りにSi-Si結合が存在した場合、そのSi-Si結合の結合力が弱まり、その結果エッチレートが大きくなる。(Hirabayashi etc. J. J. A. P. Vol. 19, No. 7 (July, 1980) pp. L357~L360参照)

(ハ) 実施例

(第1実施例)

ECRプラズマCVD法によりGaAs基板上にSiN膜を1000Å堆積し、まず窒素雰囲気中で850℃5秒のランプアニールを行ない、次に注入エネルギー55 KeV、ドーズ量 $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ でアルゴンイオン(Ar⁺)の注入を行った。その後、専用チャンバーで水素圧1トール、励起周波数13.56 MHzで水素プラズマ処理を30分間施した。

上述の各工程後におけるエッチレートを表1に示す。エッチングはCF₄+O₂系ガスを用いた反応性イオンエッチング(RIE)及びプラズマエッチングによるドライエッチング、そしてバッファードフッ酸(BHF)(50%フッ酸:40

本発明はこの問題点に鑑みなされたもので、半導体基板の保護膜であるSiN膜のエッチレートに選択比をもたせることができる半導体装置の製造方法を提供しようとするものである。

(ニ) 課題を解決するための手段

本発明の半導体装置の製造方法は、半導体基板上のシリコン窒化膜に先ずアルゴン等のイオン注入を施し、その後このイオン注入を受けたシリコン窒化膜に対して水素プラズマ処理を施すことを特徴とするものである。

(ホ) 作 用

まず、SiN膜にアルゴン等のイオン注入を行うことによりSiN膜中のボンディングを弱め、ダングリング(dangling)ボンドを発生させる。次に、水素プラズマ処理を行うことにより、このようなダングリングボンドを水素原子により終端させ、Si-H結合を増やす。

Si-Hボンドの結合はSi-Siボンドよりも強いこと、水素の電気陰性度はSiよりも大きいことにより、Siの結合電子はSi-Hボンド

%フッ化アンモニウム=15:85)によるウェットエッチングを行なった。

表1 各工程におけるエッチレート

| エッチング方法 工程 | RIE | プラズマ | BHF |
|---------------|------|------|-----|
| アニール前 | 3600 | 1800 | 300 |
| アニール後 | 1200 | 650 | 120 |
| イオン注入後 | 3050 | 1500 | 280 |
| 水素プラズマ処理後 | 8400 | 4800 | 850 |

(単位: Å/min)

第2図は電子スピン共鳴法(ESR)により各工程後におけるSiN膜中のダングリングボンド

密度を示したもので、Arイオン注入により増大したダングリングボンドが水素プラズマ処理において大幅に減っていることから水素原子がダングリングボンドを終端していることを示していると考えられる。

(第2実施例)

第3図は第1実施例と同じ工程でArイオンのドーズ量だけを変えた場合のBHFに対する水素プラズマ処理後のエッチレートを示したものである。ドーズ量 $1.0 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ 以上ではエッチレートは飽和状態にあるがドーズ量 $1.0 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ まではドーズ量を変えることによりエッチレートを選択できることがわかる。

この結果は注入不純物をArに変えてMg、Znで行なった場合においてもほぼ同等の結果が得られた。

第1図は本発明を用いたフォトエッチング工程の1例を示したものである。同図の工程(a)～(f)について説明する。

ECRプラズマCVD法によりGaAs基板

キャップアニールによるSiN膜のエッチレートの低下は(ここでは領域Bに相当する)加工性の低下をまねいていたが、本発明のプロセスでは逆に領域Aと領域Bのエッチレート比を上げるのに役立ち、上記条件においては領域Bの領域Aのエッチレート比は約7倍なので、工程第1図eに於いて異方性に優れたエッチングができた。また、本発明において領域Aのエッチレートはイオン注入量、SiN膜の膜厚、エッチング方法などを変えることにより、可変であるので領域AとBのエッチレート比に選択性をもたせることができ、様々なエッチング形状を形成することができる。

(1) 発明の効果

本発明方法は、上述のように半導体基板上のシリコン窒化膜に先ずアルゴン等のイオン注入を施し、その後このイオン注入を受けたシリコン窒化膜に対して水素プラズマ処理を施しているの、半導体基板の保護膜であるSiN膜の加工性を向上させることができる。また、本発明におい

(1)上にSiN膜(2)を 1000 Å 堆積し、ランプアニールによる 850°C 、5秒の短時間アニールを施す(第1図a)。次に、SiN膜(2)上にレジストを塗布してレジスト層(3)を形成し、フォトリソグラフィエッチング工程により、このレジスト層を露光・現像し、第1図bに示す開口(3a)を有するレジストパターンを形成する。このレジストパターンをマスク材としてArイオン(4)を注入条件 5.5 KeV 、 $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ でSiN膜(2)に選択注入を行う(第1図c)。ここで、SiN膜(2)中に、Arイオンが注入された部分を領域A、注入されていない部分を領域Bと称す。このイオン注入後、SiN膜に水素プラズマ(5)を付与する水素プラズマ処理を行う(第1図d)。水素プラズマ条件は水素圧1トールで、 13.56 MHz の高周波でプラズマを起こし、30分間処理している。その後、上述のエッチング条件で、BHFによるエッチングを施し(第1図e)、次いでレジスト層(3)を除去して、基板(1)上に開口(2a)を有するSiN膜(2)が形成される。

ではSiN膜のエッチレートに選択性を持たせることができるためフォトエッチング工程において様々なエッチング形状を形成することができ、例えば電界効果トランジスタの高性能化に寄与することができる。

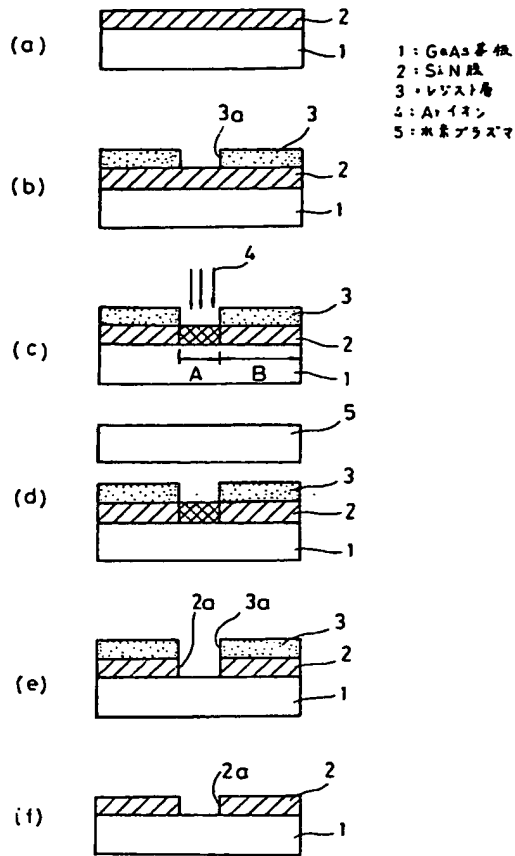
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明を用いたフォトエッチング工程の1例を示す工程図である。第2図は本発明方法の各工程におけるスピン密度を示す特性図である。第3図は本発明方法のイオン注入過程におけるドーズ量と水素プラズマ処理後のエッチレートの関係を示す特性図である。

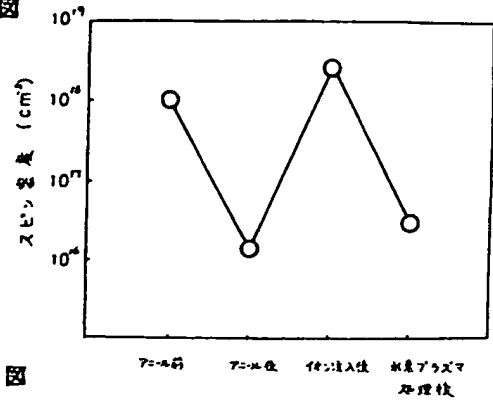
出願人 三洋電機株式会社

代理人 弁理士 西野卓爾(外1名)

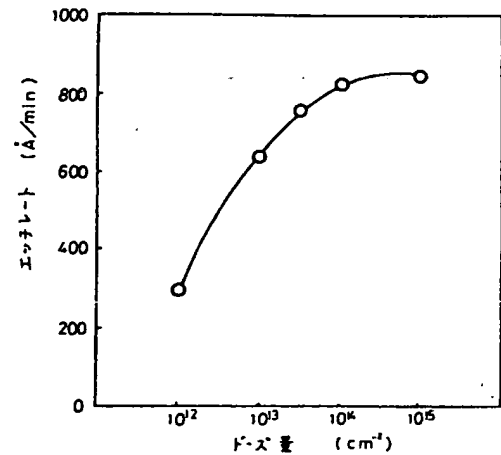
第1図



第2図



第3図



手続補正書 (自発)

平成

昭和 1 年 1 月 24 日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

昭和 63 年 特 許 願 第 289123 号

2. 発明の名称

半 導 体 装 置 の 製 造 方 法

3. 補正をする者

事件との関係 特 許 出 願 人

名 称 (188) 三 洋 電 機 株 式 会 社

4. 代 理 人

住 所 守 口 市 京 阪 本 通 2 丁 目 18 番 地

三 洋 電 機 株 式 会 社 内

氏 名 (8886) 弁 理 士 西 野 卓 嗣

(外 1 名)

連絡先: 電話 (東京) 837-6239 特許センター駐在 山崎

5. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄

6. 補正の内容

(1) 明細書第 9 頁第 5 行の、

「領域 B の領域 A の」を、

「領域 A の領域 B に対する」と補正する。

(2) 明細書第 9 頁第 18~19 行の

「施こしているのを、

「施こすことにより」と訂正する。

以 上

方式

